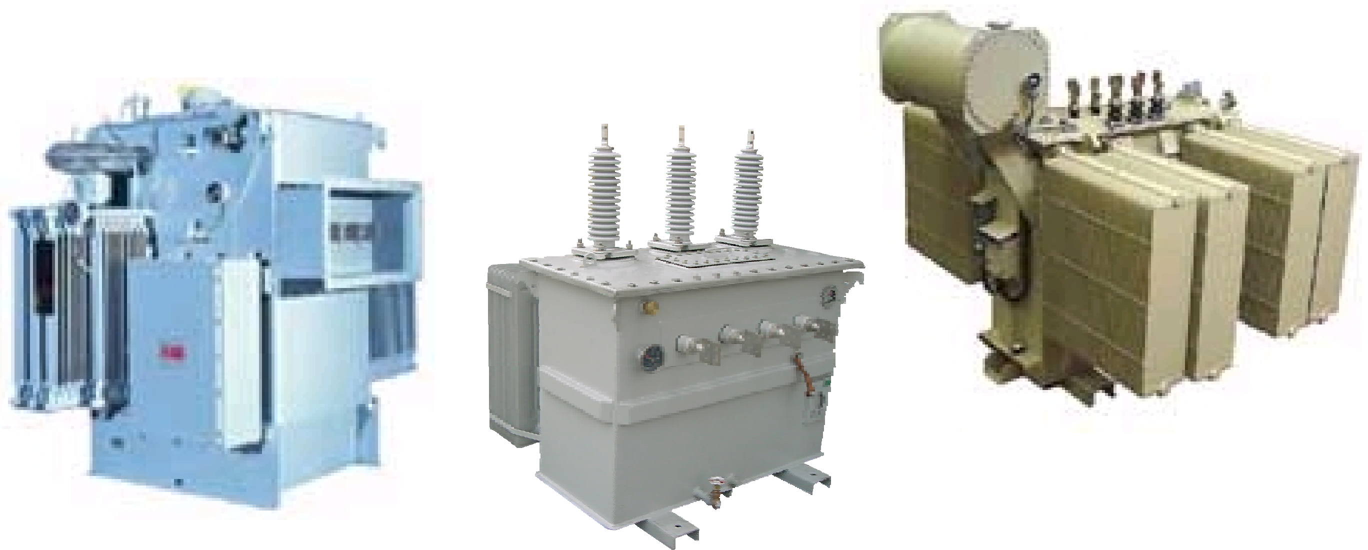


Manual del usuario

MONTAJE Y ENERGIZACION DE TRANSFORMADORES DE PEQUEÑA POTENCIA

MONTAJE Y ENERGIZACION DE TRANSFORMADORES DE PEQUEÑA POTENCIA

OPERACION Y MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES DE PEQUEÑA POTENCIA

OPERACION Y MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES DE PEQUEÑA POTENCIA

Asea Brown Boveri Ltda

Colombia



MONTAJE Y
ENERGIZACION
DE TRANSFORMADORES
DE PEQUEÑA POTENCIA

MONTAJE Y ENERGIZACION DE TRANSFORMADORES DE PEQUEÑA POTENCIA







Asea Brown Boveri Ltda

Colombia



OBJETO

Esta instrucción indica el orden de las actividades a realizar en el montaje y energización de transformadores de pequeña potencia

DESCRIPCION

Las recomendaciones, instrucciones y normas aquí contenidas le darán una guía para realizar las labores de instalación o montaje y puesta en marcha o energización de un transformador de pequeña potencia. Pero esta información no es el único requerimiento para que el transformador opere satisfactoriamente. Se requiere contar primeramente con personal calificado, herramientas y equipos diseñados para este propósito.

El orden de montaje del transformador es como sigue:

	Página
Transporte y arribo al sitio de instalación	4
Almacenamiento	5
Montaje de radiadores	7
Montaje del tanque de expansión	8
Pruebas en campo	9

INSTRUCCIONES GENERALES

Normas de seguridad	10
Herramientas necesarias para el montaje	10
Inspección de empaquetaduras de caucho	11
Instrumentos para la medición y la prueba en campo	12

Es de tener en cuenta que estas instrucciones son generales y para algunos transformadores es posible que ciertas instrucciones y/o recomendaciones no sean aplicables.

IMPORTANTE

Después de efectuar el ensamble del transformador, realice las siguientes comprobaciones:

1. Construcción
Asegúrese de que todas las piezas se encuentren en sus respectivos lugares, y se ha efectuado la fijación de todos los pernos y tuercas.

2. Conexión
Compruebe si se han efectuado todas las conexiones eléctricas, y no hay error.

3. Sistema de Refrigeración
(Transformadores con radiadores desmontables). Compruebe si se encuentran abiertas todas las válvulas de los radiadores, y (Transformadores con ventilación forzada) si el dispositivo de control de enfriamiento y los ventiladores de enfriamiento funcionan normalmente.

4. Cambiador de tomas
Compruebe si el cambiador de tomas funciona suavemente, y si la posición de tomas corresponde a la tensión deseada. El dispositivo de control para el OLTC (cambiador de tomas en carga) debe estar en perfectas condiciones.

5. Relés de protección
Compruebe la correcta operación de los contactos.

6. Indicadores
Compruebe si los indicadores de nivel de aceite o los termómetros están señalando correctamente sobre la escala.

7. Respiradores deshidratantes.
Compruebe su operación, verifique que el vaso colocado en la parte inferior contiene aceite.

8. Válvulas
Compruebe si las válvulas están en posición correcta.

9. Sistema de conexión a tierra
Asegúrese de que sea perfecto el sistema de conexión a tierra del transformador. Dado que los adaptadores de puesta a tierra van pintados para evitar su oxidación durante el transporte, remueva la pintura para una buena conexión.

TRANSPORTE Y ARRIBO AL SITIO DE INSTALACION

Cuando sea necesario movilizar el transformador a su sitio de instalación deben tenerse en cuenta las siguientes precauciones a fin de evitar daños en su estructura o accidentes en el personal que tenga a cargo tal operación:

1. Seleccione preferiblemente, como medio de transporte un camión como mínimo con el doble de capacidad de la carga a transportar.

2. Antes de efectuar el traslado hacer un reconocimiento de la vía con el fin de prever posibles obstáculos (puentes bajos), inclinaciones peligrosas, estado de la carretera, etc.

3. Como se indica en la figura 1 el transformador debe ir lo más centrado como sea posible.

4. Revise el estado de los ganchos de amarre del camión y verifique que se encuentren en buen estado.

5. El tanque de expansión (si se transporta con él) debe quedar al lado de la cabina.

6. En cada esquina deben efectuarse como mínimo dos (2) amarres en los ganchos dispuestos para tal fin.

7. Use en lo posible, cable de acero o cadena debidamente tensionados. Por ningún motivo emplee manila o cualquier otro material que permita elongación. Cada cable debe ofrecer una resistencia a la tracción mínima de 5 toneladas.

8. No deben sobrepasarse en el transporte inclinaciones de 25° en sentido longitudinal y 30° en sentido transversal.

9. Antes de mover, si el transformador posee radiadores desmontables, desmonte todos los radiadores.

MANEJO

1. Antes de descargar el transformador del vehículo observe si falta alguna pieza o si existen deformaciones. De ser así, informe al fabricante sobre estas irregularidades antes de iniciar cualquier reparación.

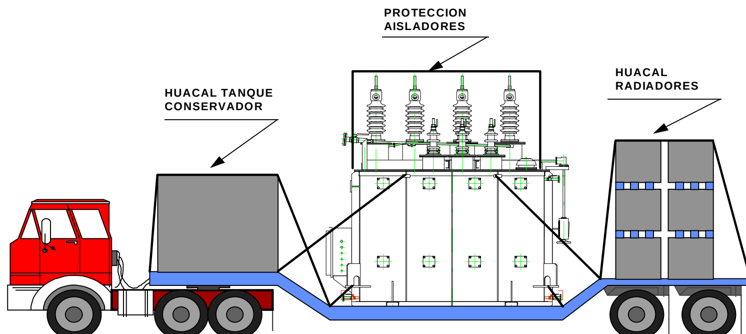
2. Cuando se levante el transformador los cables de suspensión deberán mantenerse casi paralelos para evitar que se doblen los pernos de enganche u otras partes de la estructura.

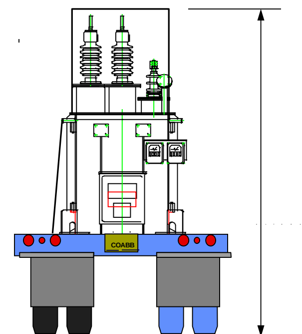
3. Cuando un transformador no pueda ser manejado por medio de grúa, podrá moverse deslizándolo sobre patines o sobre rodillos, pero teniendo cuidado de no dañar la base o de no volcarlo.

4. Nunca se deberá levantar un transformador o moverlo colocando palancas o gatos debajo de la válvula de purga, salida del aceite de refrigeración, conexiones de los radiadores u otros dispositivos.

RECOMENDACIONES AL ARRIBO AL SITIO DE INSTALACION

Algunas veces los transformadores se transportan divididos en varias secciones como pueden ser el tanque principal, el tanque conservador, los radiadores y otras partes. Los componentes desarmados van embalados en guacales o en cajas y deben ser confrontados con la lista de empaque suministrada.





Inmediatamente después de llegar al sitio de montaje, se debe efectuar la siguiente revisión a fin de comprobar cualquier daño eventual acaecido durante el transporte y verificar si hay pérdida de piezas. Si los daños o el maltrato son evidentes presente la reclamación en el menor tiempo posible:

1. **Inspección exterior.**

1.1 Compruebe si el transformador ha sufrido caídas accidentales ó si se han torcido los refuerzos o las tuberías.

1.2 Si la pintura está dañada o si las piezas metálicas están oxidadas, utilice papel de lija y retoque con una pintura anticorrosiva adecuada.

1.3 Revise que la tornillería no se encuentre floja.

1.4 Revise el estado de los instrumentos de protección que van adosados al tanque principal.

Cuando se aprecie un daño severo relacionado con los puntos anteriores, el fabricante debe ser inmediatamente informado del caso.

2. **Inspección interior**

Normalmente no se requiere de una inspección interior; en el caso de ser requerido, consultar las instrucciones TIEMPO DE EXPOSICION PERMISIBLE DEL NUCLEO Y DEVANADOS y TRABAJOS INTERNOS.

ALMACENAMIENTO

Después de que un transformador ha sido recibido de fábrica, es aconsejable colocarlo (lleno de aceite) en su lugar permanente, aunque no se ponga en funcionamiento inmediatamente. Si esto no fuese posible, deberá colocarse en un lugar seco y llenarse con aceite. Si la unidad fuese emplazada a la intemperie, el vapor de agua se condensaría en la caja, debido a las variaciones de la temperatura del aire y la humedad. Esta sería absorbida por los devanados lo que haría necesario secar la unidad antes de ponerla en funcionamiento. Por lo tanto es preferible colocar el transformador en un sitio con una temperatura ligeramente elevada y uniforme, siguiendo las recomendaciones que se dan a continuación:

1. Los transformadores para instalación interior deberán almacenarse en un lugar cerrado. Sin embargo, si fuese necesario hacerlo en lugares abiertos, deberán estar bien cubiertos para evitar que la humedad y materias extrañas entren en la caja.

2. Los transformadores para uso a la intemperie deberán ser almacenados en lo posible, bajo techo.

3. La base para el almacenamiento del transformador deberá tener suficiente resistencia como para soportar su peso y tener además un nivel plano.

4. Cuando el transformador sea almacenado a la intemperie tener cuidado con que el área en la cual esté cuente con buenos drenajes.

5. Las pérdidas eventuales de aceite no deberán en forma alguna perjudicar el medio ambiente.

6. Evitar la entrada de humedad al tanque mediante la oportuna revisión de los respiradores de sílica-gel o presencia de fugas.

7. Deberá impedirse la formación de agua condensada en los accesorios y repuestos que sean despachados independientemente mediante una adecuada protección contra las influencias meteorológicas. Si es necesario coloque desecadores de sílica-gel metidos en las bolsas.

8. Deberá preveerse protección contra corrosión y daños mecánicos en la cuba.

9. Cuando sea posible alimente los gabinetes de control a su tensión correspondiente para evitar la condensación de agua en su interior.

ALMACENAMIENTO POR LARGOS PERIODOS DE TIEMPO

Después que un transformador ha sido recibido de la fábrica, es aconsejable colocarlo en servicio en el menor tiempo posible; si el aparato no va a entrar en funcionamiento inmediatamente, se deberá colocar bajo techo y en un lugar seco siguiendo adecuadamente las siguientes instrucciones:

1. ALMACENAJE DE TRANSFORMADORES CON TANQUE SELLADO

1.1 Transformadores completamente ensamblados
Verifique que el transformador no presenta fugas. Si esta equipado con manovacuómetro verifique la presión interna del transformador; si el manovacuómetro indica vacío o presión inferior a 0.1 atm. (2 Psi), presurícelo con 2 o 3 libras de Nitrógeno y revise al menos cada mes la presión interna; en estas condiciones el transformador puede permanecer indefinidamente almacenado.

Si la presión es superior a 0.3 atm (5 Psi), deje escapar el excedente.

1.2 Transformadores con radiadores desmontables
Se deberá ensamblar completamente el transformador, completar el nivel de aceite y presurizarlo con Nitrógeno a una presión de 0.2 atm (3 Psi); siguiendo las recomendaciones del numeral 1.1 En el caso de no poderse ensamblar completamente, las partes y piezas se deberán mantener sellados para evitar penetración de humedad.

ADVERTENCIA

En caso de dudas o desconocimiento de las cualidades del aceite disponible y antes de llenar el transformador, se enviarán muestras para pruebas a un laboratorio competente. Los aceites que no cumplen con nuestras especificaciones, no pueden ser utilizados sin nuestra aprobación.

2. TRANSFORMADORES CON TANQUE DE EXPANSION

2.1. Completamente ensamblados
Coloque el respirador de sílica gel siguiendo las instrucciones " Montaje respirador de sílica gel".

ADVERTENCIA

Si durante el transporte, el sílica gel ha absorbido humedad (color rosado), deberá secarse en un horno a 150-180 ºC, hasta que recupere su color azul o anaranjado original, o de ser posible cambiarlo por sílica gel nuevo.

En transformadores sumergidos en aceite, se controlará cuidadosamente el color del sílica gel cada cuatro (4) semanas, y en climas tropicales cada dos (2) semanas. Tal como se ha dicho anteriormente, se cambiará el sílica gel o se desecara en un horno, cuando más de la mitad del contenido del respirador presente decoloración.

2.2 Con llenado parcial de aceite
Se montará el tanque de expansión y se procederá al llenado con aceite hasta el nivel correspondiente. (Ver advertencia en 1.2)
Una vez acabado el llenado de aceite, se montará el respirador de sílica gel, (Ver advertencia de 2.1)

Un transformador completamente lleno de aceite se puede almacenar durante un tiempo indeterminado; este almacenaje es preferible al del transformador lleno de gas.

3 ALMACENAJE DEL ACEITE AISLANTE

El aceite aislante se guardará exclusivamente en recipientes limpios y se protegerá contra la humedad colocando los recipientes en un lugar con temperatura lo mas constante posible y en posición horizontal. Se evitará cuidadosamente toda mezcla con otros líquidos (aceites de cables, de engrase y de calefacción) o con cuerpos sólidos. Pequeñas cantidades de impurezas pueden alterar fuertemente las cualidades del aceite aislante. Todos los recipientes previstos para su almacenaje se inspeccionaran cuidadosamente y se guardará una escrupulosa limpieza y una perfecta impermeabilidad. Se dejará al cuidado de la empresa vendedora, siempre que sea posible, el lavado de recipientes sucios

4 PROBLEMAS Y SOLUCIONES PRESENTADAS EN LA RECEPCION Y ALMACENAJE

Fugas de aceite

a. Por empaquetaduras
Ajustar los dispositivos de amarre (tornillos, flanches, etc.)

b. Por válvulas de estrangulación
Ajustar las compuertas de las válvulas y los flanches que las protegen.

c. Por poros o accesorios flojos o fisurados
Haga los ajustes necesarios para evitar que continúen las fugas y penetre más humedad al transformador.

Cuando hay fugas de aceite de gran consideración, se hacen los ajustes para evitar que continúen, se llena el interior del transformador con gas nitrógeno hasta obtener una presión de 2 Psi y se le comunica de inmediato al distribuidor más cercano.

Golpes y abolladuras

Cuando el transformador o alguno de sus elementos presenta indicios de haber sido golpeado, lo más indicado es comunicarse con el distribuidor más cercano o la fábrica para indicar el punto del golpe y recibir las instrucciones pertinentes.

Deterioro de la pintura

Cuando se presenta deterioro de la pintura, limpie la superficie de suciedades (polvo, aceite, grasa, etc) haciendo uso de desengrasantes o agua jabonosa; luego seque la superficie, lije el punto deteriorado, limpie de nuevo el polvo y aplique una capa de pintura epóxica; deje secar esta y con intervalos de tiempo de secado, aplique tantas capas de pintura como sea necesario, para dar el espesor requerido.

Accesorios flojos

Cuando se presentan accesorios flojos, ajústelos nuevamente hasta dejarlos en su posición correcta, verifique que no estén fisurados y que no haya penetrado humedad al interior del transformador.

Para cuando alguno de estos casos se presenta, es recomendable después de haber tomado las medidas correctivas indicadas, realizar las siguientes pruebas:

- Medida de la rigidez dieléctrica del aceite
- Medida de la resistencia de aislamiento (Meggeo)
- Medida de la relación de transformación (TTR)
- Prueba de hermeticidad con aplicación de gas nitrógeno a una presión de 7 Psi.

Si alguna de estas pruebas no da los resultados esperados, comuníquese con el distribuidor más cercano o con la fábrica.

MONTAJE DE RADIADORES

Cuando sea necesario desmontar los radiadores para el transporte del transformador se enviarán herméticamente cerrados con tapas ciegas. Las válvulas de estrangulación que se encuentran soldadas o pernadas al tanque principal se despachan en su posición de cierre y, adicionalmente, se protegen con tapas ciegas.
La disposición general de los radiadores se ilustra en la figura 2.

Al recibir los radiadores y desenhuacalarlos verifique que no hayan sufrido daños mecánicos durante el transporte.
Retire las tapas ciegas y compruebe que los radiadores se encuentran limpios y sin humedad. En caso de observarse humedad o impurezas será necesario lavarlos con aceite a 60ºC y protegerlos para impedir que penetre más humedad.

Antes de retirar las tapas de protección de las válvulas de estrangulación se debe verificar el tipo de protección de aislamientos contra la humedad durante el despacho.
El transformador se deberá conservar sellado y se deberá de disponer de una cubeta vacía bajo la válvula para recoger el aceite que pudiere derramarse. Recuerde que éste tipo de válvula no cierra a prueba de goteo. Por lo tanto no las golpee nunca para lograr un cierre hermético.

Para la colocación del radiador siga el siguiente procedimiento:

1. Eleve el radiador de su posición de almacenaje, y preste atención para evitar daños en los otros radiadores con las herramientas para el izado.

2. Remueva la tapa ciega y la guarnición del radiador.

3. Inspeccione visualmente el interior del radiador.

4. Limpie la superficie de la brida de montaje del radiador.

5. Retire el tapón de purga (2) indicado en la figura 2.

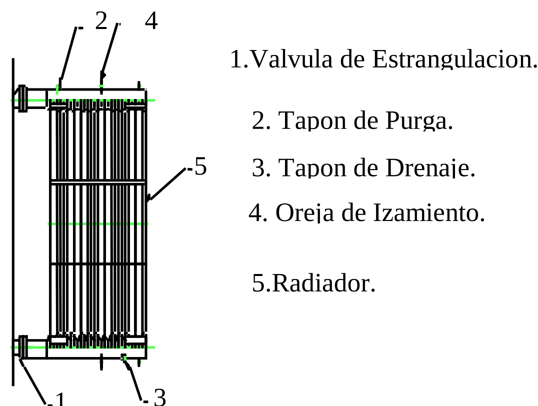


Fig 2 PARTES DEL RADIADOR

6. Remueva la tapa ciega y la guarnición colocadas en la válvula de estrangulación del transformador.

7. Limpie y de ser posible pinte la superficie de la brida de la válvula del radiador.

8. Limpie la ranura para guarnición de la válvula. Aplique una pequeña cantidad de adhesivo en la ranura y coloque la nueva guarnición especificada.

9. Levante el radiador con una grúa.

10. Mueva el radiador con la mano, inclínelo y drene el aceite residual contenido dentro del mismo.

11. Ajuste el radiador a la válvula de radiador.

12. Haga coincidir la válvula de radiador y la superficie de la brida del radiador y sujétela mediante tuercas.

13. Apriete el par de tuercas ubicadas diagonalmente una después de la otra a fin de apretarlas uniformemente.

14. Apriételas firmemente hasta que la válvula de radiador y la brida de radiador queden como una unidad. Al ajustar los radiadores no deben quedar sometidos en ningún caso a tensiones mecánicas por el peligro de roturas debidas a vibraciones.

15. Instale el tapón de purga (2) indicado en la figura 2

16. Una vez finalizado con el montaje de los radiadores, coloque simétricamente los soportes y los sujetadores del radiador.

LLENADO DE LOS RADIADORES

Abra lentamente la válvula de estrangulación inferior correspondiente al radiador que está instalando. El aceite inundará el radiador de abajo a arriba y el aire escapará por el tapón de purga. Durante este proceso debe controlarse el nivel de aceite en el tanque y se adicionará aceite de tal manera que el transformador permanezca con un nivel de aceite por encima de las bobinas.

Para mantener el nivel de aceite se debe seguir la instrucción LLENADO FINAL DE ACEITE BAJO VACIO
Cuando el aceite salga sin burbujas por el tapón éste se cerrará con la tuerca tapón, provista para tal efecto.

A continuación abra la válvula de estrangulación superior. Después de un tiempo de reposo prudente purgue de nuevo todos los radiadores.

MONTAJE DEL TANQUE DE EXPANSION

Al instalar el conservador sobre el transformador, es necesario prestar atención a los siguientes puntos.

1. Montaje del relé buchholz
Si el transformador está provisto con un relé Buchholz, instálelo en el conservador antes de proceder al montaje del mismo en el transformador. El relé se encuentra conectado el conservador a través de una brida y cuatro (4) tornillos; regularmente en el tubo de conexión se instala una válvula para futuros mantenimientos del relé buchholz. Remueva una tapa ciega de la superficie de la brida, y cambie el empaque por uno nuevo. Instale el relé en el conservador y apriete firme y uniformemente los pernos. Asegúrese de colocar el relé en la dirección indicada en su placa de características o en relieve en el cuerpo de relé.

Coloque el tanque conservador sobre las bases destinadas para su anclaje en el tanque principal del transformador y coloque los ocho tornillos pero sin dar el ajuste final. Alinee la brida del relé buchholz con la brida de conexión al tanque principal y asegúrelo mediante tornillos, cuidando que no se imprima esfuerzo mecánico alguno en el relé.

Una vez concluida esta instalación asegure el tanque de expansión al tanque principal dando ajuste final a los tornillos.

Para mayores detalles sobre el relé de protección refiérase al manual del relé.

2. Montaje del Respirador de Sílica-Gel
Una vez se ha completado el llenado de aceite al transformador se procede a instalar el respirador siguiendo los siguientes pasos:
- Verifique que la sílica se encuentra seca (color morado); de no ser así, séquela siguiendo lo indicado

en el manual de mantenimiento.

- Rosque el respirador en el tubo previsto para tal fin. Para dar mejor sello se recomienda utilizar cinta teflón en las roscas.

- Llene con aceite dieléctrico el recipiente localizado en la parte inferior del respirador hasta la marca indicativa.

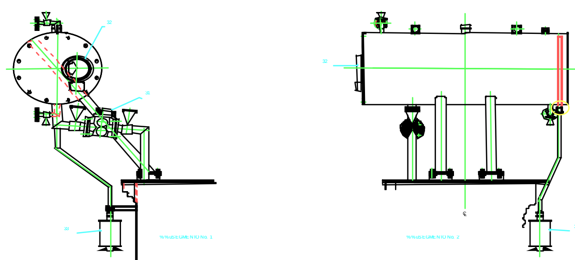


Figura 3. Tanque de expansión convencional

PRUEBAS EN CAMPO

El transformador ha sido probado en fábrica y se garantiza que cumplirá con los objetivos para los cuales fue construido.

Del tamaño del transformador, de la importancia del suministro, y del número de partes que debieron ser ensambladas en sitio, depende la necesidad de realizar algunas o todas de las siguientes pruebas.

Las pruebas que deben realizarse durante y después del montaje son las siguientes:

a) MEDICION DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

I Cuerpo del transformador.

Mida las resistencias de aislamiento entre dos bobinados y entre cada uno de los bobinados y tierra usando un aparato de más de 1000V, registre los valores medidos. Los valores de las resistencias de aislamiento cambian de acuerdo con la temperatura, por ello asegúrese de registrar la temperatura del transformador también. Se necesita una resistencia de aislamiento de más de 1000Mohms para una temperatura de 30ºC en el transformador.

II Tablero de control

Mida las resistencias de aislamiento entre dos terminales de la caja de terminales y entre cada terminal y tierra, de terminal a terminal, y registre el valor de la resistencia de aislamiento y la temperatura. En el caso de transformadores de corriente tipo buje BCT en particular, asegúrese de medir la resistencia del aislamiento entre dos BCT, así como la resistencia de aislamiento de cada BCT y tierra, a la temperatura de 30ºC se requieren más de 100Mohms.

b) PRUEBAS DE POLARIDAD, ROTACION DE FASES Y RELACION DE TRANSFORMACION.

I Realice las pruebas de polaridad y rotación de fases con el conmutador de derivaciones en la posición nominal.

II Prueba de la relación de transformación.

Aún en el caso de un transformador de tres fases, se puede medir con una fuente de energía de una fase, y dará una buena precisión. Mida la relación de transformación en cada una de las posiciones del conmutador de derivaciones, considerando cada fase.

Si se tiene disponible un transformador patrón (TTR), se recomienda utilizarlo para las pruebas de relación de transformación y polaridad.

c) PRUEBA DE RIGIDEZ DIELECTRICA Y HUMEDAD (CONTENIDO DE AGUA) DEL ACEITE AISLANTE.

Los valores arrojados en esta prueba determinan el grado de sequedad del aceite aislante y sirven para tomar la decisión de energizar o volver a procesar el aceite aislante contenido en el transformador. Se recomienda también realizar los chequeos de aspecto visual, tensión interfacial, color y número de neutralización o acidez.

d) PRUEBA DEL AUMENTO DE LA TEMPERATURA.

La recomendación práctica es hacer un seguimiento estrecho a las temperaturas del transformador durante los primeros días de operación.

e) PRUEBA DE LOS DISPOSITIVOS DE ALARMA Y DE LAS UNIDADES DE CONTROL.

Puede accionar cada accesorio, como el dispositivo de escape de la presión, el relevador Buchholz, etc., o puede establecer un cortocircuito en el terminal del

accesorio; verifique su funcionamiento con las terminales y con el panel de alarma.

INSTRUCCIONES GENERALES

NORMAS DE SEGURIDAD

Normas prácticas y rigurosas deben ser seguidas durante la inspección, montaje, energización y mantenimiento de transformadores. Estas deben ser estrictamente cumplidas para protección y seguridad de los trabajadores y el transformador.

El tanque del transformador debe ser conectado a tierra en todo momento. Todos los devanados y bujes deben ser conectados a tierra a menos que se estén haciendo pruebas eléctricas. Esto reduce la posibilidad de descargas estáticas, que pueden resultar peligrosas para el personal, llegando incluso a producir fuego y explosiones. Pruebas eléctricas no deben ser realizadas cuando el transformador se encuentre en condiciones de vacío. Un arco puede ocurrir a baja tensión debido a las operaciones de vacío, causando graves problemas en el transformador.

Los devanados secundarios de los transformadores de corriente pueden tener peligro de inducir alta tensión a través de ellos a menos que sean cortocircuitados o conectados a amperímetros.

Hay ejemplos de fenómenos eléctricos que pueden suceder sobre o alrededor de transformadores, lo cual lleva a la absoluta necesidad de trabajar con personal calificado bajo una buena supervisión en cualquier operación de montaje, mantenimiento o maniobras.
Antes de usarse una fuente de energía eléctrica externa para pruebas de motores o control, asegúrese de que ha desconectado todas las fuentes de potencia auxiliares.

Los extintores de incendio deben ser suministrados para usarlos en caso de emergencia. Debe tenerse uno en la parte superior del transformador cuando se estén haciendo trabajos sobre el tanque. No se debe fumar en lugares próximos a la máquina de tratamiento de aceite o en la parte superior del transformador cuando alguna tapa esté abierta.

Si se usa el extintor dentro del transformador hay grave peligro de dañar su aislamiento.

Antes de quitar cualquier tapa es necesario estar seguro de que no existe presión en el tanque, lo cual se hace abriendo lentamente una válvula en la parte superior del tanque por encima del nivel de aceite.

Las luces que se usen dentro del tanque deben tener una protección contra golpes, en lo posible ser a prueba de explosiones. Extremo cuidado deben tener las personas que trabajen en la parte superior cuando el transformador esté abierto, cualquier objeto que caiga dentro del aparato causará enormes demoras en su puesta en servicio.

PRECAUCIONES AL ENERGIZAR EL TRANSFORMADOR

Una vez finalizadas todas las inspecciones y pruebas preliminares el transformador se encuentra listo para entrar en servicio. Simplemente tenga en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. Coloque la posición de tomas del conmutador conforme a la tensión de línea.

2. Aplique tensión al transformador sin carga.

3. Manténgalo bajo observación durante un cierto tiempo (24 horas) y asegúrese de que esté en condiciones normales.

4. También hay necesidad de observar el transformador durante una hora después de que ha sido cargado.

5. El transformador una vez instalado y energizado debe ser periódicamente inspeccionado.

HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA EL MONTAJE

A continuación se listan los artículos, especificaciones y precauciones referentes a todas las herramientas requeridos para el montaje del transformador.

a) Grúa

Es conveniente usar una grúa para fijar el radiador, el conservador, etc. Es adecuada una grúa con una capacidad de carga de 10 toneladas y con una longitud del travesaño de aproximadamente 10 metros. Un conductor calificado debe manejar la grúa. Antes de levantar la pieza, cuelgue una carga con un peso similar al de las pieza a levantar, para verificar que la grúa trabaja adecuadamente.

c) Prensa filtradora del aceite.

Use una prensa filtradora del aceite para transferir el aceite del tambor al transformador. Use un filtro de papel nuevo y perfectamente seco para la prensa filtradora, ya que su función es la de eliminar las partículas o el polvo contenidos en el aceite.

Generalmente una prensa filtradora del aceite con una capacidad de 1000 a 5000 l/hora, es adecuada.

Haga una prueba de circulación antes de llenar de aceite el transformador, con el objeto de escurrir el aceite residual del purificador del aceite y limpiar el interior.

e) Bomba al vacío.

Cuando se transfiera el aceite de la tina del aceite al transformador, empleado el purificador del aceite, es necesario que se haya establecido el vacío en el interior del transformador. Para ello use una bomba al vacío. Para establecer el vacío se requieren aproximadamente 2 horas, cuando se trate del transformador de menos de 34.5 KV

Se recomienda que el grado de vacío establecido sea de 1 mm Hg o menos. El llenado de aceite debe iniciarse después de que termine el período mencionado. Cuando el grado de vacío ser inferior, suspenda temporalmente el llenado y espere hasta que mejore la condición del vacío.

f) Herramientas en general

* Destapador del tambor
* Tijeras
* Pinza para pelar cable
* Gato (elevador) con capacidad de 10 toneladas.
* Llave inglesa
* Llave de regulación
* Barreta con pinzas.
* Llaves boca fija de varias dimensiones

INSPECCION DE EMPAQUETADURAS DE CAUCHO

Las empaquetaduras desarmadas en el campo deben chequearse y examinarse para dictaminar su uso o no uso de acuerdo a la siguiente tabla:

REUSABLE	NO USABLE
1. Sin roturas ni alargamientos	1. Hendiduras y alargamientos muy pronunciados
2. Alargamiento muy pequeño pero sin ninguna estría ni hendiduras.	2. Hendiduras pronunciadas y estrías muy peligrosas se observan en la superficie de la empaquetadura.
3. Solamente permanece la huella de la ranura correspondiente a la empaquetadura.	
4. Existe alargamiento parcial pero no existen hendiduras en la anchura original.	

MANTENIMIENTO DE LAS EMPAQUETADURAS Y SUPERFICIES SELLADAS DE LA BRIDA DURANTE LA INSTALACION

A. Limpiar las suciedades y aceite de las empaquetaduras reusables y de la superficie sellada de la brida , usando un trapo embebido en el disolvente, que debe ser alcohol o gasolina.

B. NOTAS

1. Las empaquetaduras no deben introducirse en el disolvente

2. El disolvente se deberá usar solamente para la limpieza de las suciedades para evitar que el disolvente o polvos se penetren en el interior del Transformador.

3. Las empaquetaduras y las superficies de las bridas deberán montarse cuando el disolvente utilizado para su limpieza se haya secado completamente.

INSTRUMENTOS PARA LA MEDICION Y LA PRUEBA EN CAMPO

Realice la inspección y la prueba durante y después del trabajo de montaje del transformador, usando los siguientes aparatos:

a) Probadores de aceite
Se usa para medir las características dieléctricas del aceite. Aunque la Norma ANSI/IEEE C57.106-1991, especifica una buena cantidad de pruebas, se requiere como mínimo que se disponga de un probador de rigidez dieléctrica (chispómetro) y de un medidor de ppm de agua (humedad) por el método de Karl fisher. Las etapas de proceso en las que se debe hacer medición deben ser las siguientes:

* Seleccione varios tambores del conjunto de ellos y verifíquelos.

* Después de que se ponga el aceite en el transformador. Tome una muestra del fondo del tambor. Compare los resultados de la prueba con ASTM, BS u otro equivalente normal.

b) Voltímetro
Se requiere un medidor de voltaje AC para las siguientes pruebas:

* Prueba de la polaridad

* Verificación del diagrama vectorial

* Prueba de la secuencia del circuito de control.

Es necesario un juego de cada uno de los siguientes voltímetros de precisión de doble rango para AC:

AC	150/300 V	-	un juego
AC	30/75 V	-	un juego

c) Amperímetro
Se requiere un juego de cada uno de los siguientes amperímetros de precisión de doble rango, para medir la corriente de excitación cuando se aplica en voltaje bajo a el transformador, y para medir la corriente de los aparatos auxiliares del transformador, como el ventilador enfriador, en caso de que se equipen con el transformador.

AC	20/100 A	-	un juego
AC	10/50 A	-	un juego

Para algunas aplicaciones es suficiente con una pinza amperimétrica

d) Puente medidor de resistencias.
Este es necesario para probar la resistencia de bobinado del transformador. Se necesita un rango de medición de 0.001 - 10 ohmios

El puente Kelvin es adecuado. Deben tenerse a mano algunas baterías.

e) Aparato medidor de las resistencias de aislamiento (megger).

Un aparato manual con un rango de aproximadamente 2000V y 2000 Megohmios es adecuado.

f) Probador universal (tester o VOM).
Este es un probador portátil que puede medir el voltaje AC, la resistencia y la corriente DC, cambiando el rango. Se usa para verificar el cableado de control o las partes eléctricas.

e) Indicador del vacío (Vacuómetro)
Es necesario preparar el vacuómetro para medición del grado de vacío durante la operación de la bomba al vacío. Debe usarse el vacuómetro capaz de medir hasta 10^{-2} mmHg

g) Indicador de la presión.
Para revisar cualquier fuga del aceite a presión después de montar el transformador, se necesita un indicador de presión. Es adecuado un indicador tipo tubo Bourdón (indicador compuesto) con un rango de medición de 0 a 1.0 Kg/m².

OPERACION Y MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES DE PEQUEÑA POTENCIA

OPERACION Y MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES DE PEQUEÑA POTENCIA







Asea Brown Boveri Ltda

Colombia



INDICE

Página

1 Introducción 3

2 Mantenimiento e inspección de líneas y barrajes 3

3 Programa de mantenimiento preventivo 3

4 Periodicidad de las inspecciones 4

5 Normas de mantenimiento del aceite aislante 5

6 Mantenimiento e inspección de los bujes 5

7 Mantenimiento e inspección del equipo de refrigeración 6

8 Mantenimiento e inspección de los termómetros 6

9 Mantenimiento e inspección del nivel de aceite 7

10 Mantenimiento e inspección de los relés de protección 7

11 Mantenimiento e inspección de la válvula de sobrepresión 8

12 Mantenimiento e inspección de los respiradores de sílica gel 8

13 Mantenimiento e inspección de las empaquetaduras 8

14 Cómo detectar una fuga? 9

15 Fallas y contramedidas 9

1 INTRODUCCION

El transformador requiere menor cuidado comparado con otros equipos eléctricos. El grado de mantenimiento e inspección necesarios para su operación depende de su capacidad, de la importancia dentro del sistema eléctrico, del lugar de instalación dentro del sistema, de las condiciones climatológicas, del ambiente y en general, de las condiciones de operación.

En esta parte del manual se suministran las instrucciones de operación y mantenimiento. Nuestra intención es prestar la asistencia necesaria al personal de mantenimiento para facilitarle una inspección periódica del transformador e indicarle los pasos que se deben seguir para efectuar un examen más detallado de la parte activa en caso de que se requiera.

ATENCION:

Si éste va a ser el transformador de repuesto (en Stand-by) deberá conservarse siempre en las mejores condiciones. Por lo tanto, su mantenimiento debe ser igual al del transformador en servicio teniendo especial cuidado en vigilar el estado de su aceite.

2 MANTENIMIENTO E INSPECCION DE LINEAS Y BARRAJES

El mantenimiento y la inspección conllevan un trabajo peligroso; de ahí que deba hacerse de antemano un programa, poniendo especial atención en la seguridad de las vidas humanas y del equipo.

Cuando se trabaja con barrajes, líneas, terminales, etc., el trabajo debe iniciarse sólo después de haber confirmado que éstas partes están desenergizadas, verificando para ello que los interruptores están en posición de abierto, lo cual se debe comprobar con un detector para circuitos. La omisión de estas verificaciones, pensando erróneamente que los circuitos no tienen voltaje, puede causar graves accidentes.

3 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Anote las lecturas de los medidores que están generalmente instalados, ya que son de mucha utilidad. Cuando las lecturas sean muy diferentes de las obtenidas en condiciones normales, es necesario realizar una cuidadosa verificación.

Además de lo anterior, se debe prestar atención a los fenómenos anormales tales como ruido, cambio de color o de olores, que pueden detectarse a través de los sentidos.

1. Temperatura del transformador.

La temperatura del transformador está directamente relacionada con la duración de los materiales de aislamiento, por lo que es necesario prestarle atención.

En el caso de transformadores construidos de acuerdo con normas ANSI, la temperatura máxima permitida para el aceite es de 90 grados C y la temperatura máxima del punto más caliente de 110 grados C.

2. Inspección del volumen de aceite.

El volumen del aceite tiene siempre que ser verificado desde el punto de vista del aislamiento y de la refrigeración.

Cuando el nivel de aceite fluctúe notoriamente en relación con la temperatura, se debe detectar la causa para un oportuno arreglo.

3. Ruido.

En algunos casos se puede percibir algún ruido anormal, cuando se está familiarizado con el sonido que el transformador produce durante la operación normal, lo cual puede ayudar a descubrir alguna falla. Las siguientes son las causas posibles de ruido anormal:

a) Resonancia de la caja y de los radiadores debida a cambios anormales en la frecuencia de la fuente de corriente,

b) un defecto en el mecanismo de ajuste del núcleo,

c) un defecto en la estructura central, (como desajuste en el núcleo) es posible que se encuentren flojos los tornillos de sujeción de las bridas,

d) aflojamiento de las piezas de anclaje, y

e) ruido anormal por descarga estática, debido a partes metálicas carentes de tierra o a imperfección de la puesta a tierra.

Estos ruidos pueden detectarse desde fuera o

acercándose a la caja, aún cuando no sean muy fuertes.

4. Aflojamiento de las piezas de fijación y de las válvulas.

Cuando encuentre los terminales de tierra flojos, desenergice el transformador y apriételos enseguida. Los tornillos de los cimientos que estén sujetos a grandes cargas, deben ser apretados firmemente para evitar el desplazamiento del transformador.

En algunos casos las válvulas se aflojan debido a vibraciones, apriételas nuevamente.

5. Fugas de aceite.

Las fugas de aceite pueden ser causadas por el deterioro de algún empaque o por mal posicionamiento; algunas tardan en descubrirse, verifique cuidadosamente las válvulas y los empaques. Si hay algún defecto que pudiera causar una fuga, informe a ABB.

4 PERIODICIDAD DE LAS INSPECCIONES

La tabla que aparece enseguida, muestra la frecuencia con que debe revisarse el transformador.

PERIODICIDAD DE LAS INSPECCIONES

No	Piezas a inspeccionar	Periodicidad	Observaciones
1	Termómetros	Una vez al año	
2	Accesorios con contactos de alarma y/o disparo	Una vez al año	Verifique las condiciones de operación de los contactos y mida la resistencia de aislamiento del circuito
3	Ventiladores de refrigeración	Una vez al año	Si se encuentra alguna anomalía
4	Conservador	Una vez en cinco años	
5	Resistencia de aislamiento de los devanados	Una vez al año	Cuando se note un cambio brusco después de años de uso o cuando se note un cambio en comparación con datos registrados en pruebas anteriores.
6	Medición de Tan delta	Una vez en tres años	Igual que el punto 5.
7	Rigidez del aceite dieléctrico.	Una vez al año	
8	Valor de acidez del aceite.	Una vez al año	
9	Prueba del funcionamiento del aceite.	Revise si se nota anormalidad en las pruebas de los ítem 5 al 8.	Tome dos litros de aceite y revíselos de acuerdo con ASTM D3487
10	Aceite de aislamiento filtrado	Revise si se nota anormalidad en las pruebas de los ítem 5 al 8.	
11	Componentes del interior	Una vez en siete años	

5 NORMAS DE MANTENIMIENTO DEL ACEITE AISLANTE

Para mantener el transformador en perfectas condiciones de operación se deben tener en cuenta los puntos anteriores, cuidando también de la operación de rutina y sin falta alguna se debe dar el tratamiento adecuado en cuanto se note algún cambio en las condiciones de servicio. Es necesario también desenergizar el transformador a intervalos regulares y llevar a cabo una inspección meticulosa.

Con esta rutina y con inspecciones regulares, el grado de deterioro se podrá minimizar. Ya que un transformador está formado de muchas partes, tales como el aceite de aislamiento, los equipos de refrigeración, etc. debe ser atendido permanentemente. El aceite además de servir como medio aislante sirve para transferir el calor generado en las bobinas y el núcleo hacia las paredes del tanque y los radiadores. Por esto se requiere que cumpla con las siguientes características:

a) elevada rigidez dieléctrica
b) baja viscosidad
c) bien refinado y libre de materiales que puedan corroer las partes metálicas.
d) estar libre de humedad y componentes que se polaricen
e) tener un bajo punto de fluidez
f) que tenga poca evaporación.

Las técnicas de manufacturación de los transformadores y su confiabilidad se han mejorado a tal grado que la inspección interna es casi innecesaria; actualmente el mantenimiento se limita casi exclusivamente al mantenimiento del aceite para prevenir su deterioro:

DETERIORO DEL ACEITE DE AISLAMIENTO

El aceite de aislamiento se deteriora gradualmente por el uso. Las causas son la absorción de la humedad del aire y de partículas extrañas que entran en el aceite y el principal efecto es la oxidación. El aceite se oxida por el contacto con el aire y éste proceso se acelera por el aumento de la temperatura del transformador y por el contacto con metales tales como el cobre, el hierro, etc.

Además de lo anterior, el aceite sufre una serie de reacciones químicas tales como la descomposición y la polimerización, que producen partículas que no se disuelven en el aceite y que se precipitan en el núcleo y bobinados. Estas partículas son llamadas sedimentos. Los sedimentos no afectan directamente la rigidez dieléctrica, pero los depósitos que se forman sobre los devanados impiden su normal refrigeración.

PREVENCION DEL DETERIORO DEL ACEITE

Debido a que el deterioro del aceite es causado generalmente por la oxidación, el método para prevenirlo consiste en reducir al mínimo posible su superficie de contacto con el aire. Con este propósito se usa un tanque conservador. La humedad también acelera el deterioro del aceite y para evitar esto se debe usar un respirador deshidratante. El método ideal es aquel que utiliza colchón de nitrógeno, o aquel que utiliza una membrana en la superficie del aceite para evitar que el aceite entre en contacto directo con el aire.

El aceite dieléctrico se activa bajo ciertas condiciones de luz, calor y iones de metales pesados, para producir radicales libres que causan auto-oxidación. Para evitar este fenómeno se utilizan aditivos inhibidores de la oxidación.

EVALUACION DEL DETERIORO DEL ACEITE DIELECTRICO

Los métodos para juzgar deterioro de un aceite dieléctrico, son aquellos que miden el grado de oxidación, la densidad específica, la tensión superficial y la tangente delta. Además de la práctica común de medir la rigidez dieléctrica, es recomendable hacer un juicio sintético de todos estos métodos.

6 MANTENIMIENTO E INSPECCION DE LOS BUJES

NSPECCION DE RUTINA

Excesivo calentamiento local:
Ponga atención a la parte sujetadora de los terminales. Es conveniente pintar dicha parte con pintura indicadora de calor.

Contaminación:
Cuando haya mucho polvo y sal, se debe efectuar una limpieza para la cual debe detenerse el funcionamiento del transformador y usar agua, amoníaco o tetracloruro de carbono, y si están muy sucios, usar ácido clorhídrico concentrado diluido 40 o más veces en agua.

La solución no debe tocar ninguna parte metálica; después de la limpieza las partes de porcelana deben neutralizarse con agua que contenga bicarbonato de sodio en una proporción de 30 gramos por litro.

Siempre que use una solución química, asegúrese de lavar después con agua fresca, para que no quede ningún elemento extraño.

En sistemas en los que sea difícil detener el funcionamiento para la limpieza, o en zonas donde haya muchos daños por el polvo o la sal, se está usando recientemente un método de lavado denominado "de línea caliente". Es un método para lavar los equipos sin parar su funcionamiento, y hay 2 ó 3 formas de hacerlo. En cualquier caso debe verificarse el grado de polvo y sal, la calidad del agua para lavar y el método de impermeabilización cuando se hace la limpieza.

Daños mecánicos:

Verifique si existen daños o fugas de aceite en los bujes.

INSPECCION REGULAR (una vez cada dos años).

Evaluación del deterioro del aislamiento:

Los métodos para detectar el deterioro del aislamiento son la medición de la resistencia de aislamiento y de la tan delta.

La medición de la resistencia de aislamiento en los bujes no es sencilla, ya que el buje y los devanados del transformador deben independizarse; no obstante, la medición debe tratar de hacerse lo mejor posible.

La medición de la tan delta también es difícil, ya que los bujes deben separarse del transformador en la mayoría de los casos.

La evaluación del resultado de la medición no debe depender únicamente de los valores absolutos obtenidos, sino de los valores obtenidos cada año y de la variación entre ellos. Si hay grandes discrepancias en los valores, es necesario un cuidado especial.
Cuando la resistencia de aislamiento es superior a 1000 Mohm a temperaturas normales, puede considerarse como una buena condición, pero el valor de la tan delta también debe tomarse al considerar la evaluación.

INSPECCION POR EXCESIVOS CALENTAMIENTOS PARCIALES

El calentamiento excesivo de los terminales se debe en la mayoría de los casos a aflojamiento; si llegara a observarse, elimine el polvo de las partes de contacto y apriete firmemente.

INSPECCION DE DAÑOS LOCALES (FISURAS) DE LOS BUJES

La limpieza de los bujes debe hacerse según se mencionó. Si los daños son muy serios cambiar por nuevos.

INSPECCION DE FUGAS DE ACEITE

Revise las diversas piezas de los bujes para ver si hay fugas de aceite. Si el aceite se sale por el empaque, ajústelo ó cámbielo. Si son del tipo inmerso en aceite y el aceite se fuga por otra parte fuera del buje, informe al fabricante.

ALMACENAMIENTO

Guarde los bujes parados en un cuarto seco. Se recomienda guardarlos en la caja de empaque en que venían.

7 MANTENIMIENTO E INSPECCION DEL EQUIPO DE REFRIGERACION

El equipo de refrigeración es la parte más importante en el funcionamiento diario normal de un transformador. Es necesario un cuidado especial en su mantenimiento e inspección, ya que cualquier anormalidad puede reducir la vida útil del transformador o causar defectos serios.

RADIADOR DEL TIPO DE AUTO-ENFRIAMIENTO

Verifique la fuga de aceite da las cabeceras del radiador y de las partes soldadas del panel o del tubo. Si se acumulan sedimentos en las obleas o en el tubo, el flujo del aceite se dificulta y la temperatura desciende. Por esta razón verifique con la mano si estas partes tienen una temperatura adecuada. Si los radiadores son del tipo desmontable verifique que las válvulas se abran correctamente.

8 MANTENIMIENTO E INSPECCION DE LOS TERMOMETROS

Es importante que se verifique la temperatura del transformador en servicio, ya que ello indica las condiciones del funcionamiento. Las condiciones internas y la normalidad del interior, por lo tanto, los indicadores que miden la temperatura deben revisarse y mantenerse en buen estado, para que indiquen correctamente la temperatura.

TERMOMETRO TIPO RELOJ.

Este es un tipo de medidor de presión con un bulbo que contiene un líquido especial o gas sellado, y que se conecta con un tubo muy fino para mover la aguja por expansión y contracción del fluido; debe verificarse

comparándolo con un termómetro normal una vez al año o más seguido.

También debe verificarse cuidadosamente que no esté corroído en el interior, que no penetre agua, que la aguja se mueva adecuadamente y que los contactos de alarma funcionen correctamente.
Si el cristal está empañado por la humedad que penetra, quite la tapa del cristal y cambie el empaque.

Después de muchos años de uso, el tubo de Bourdon se desgasta, al igual que el piñón y el soporte, por lo que pueden dar indicaciones erróneas; también las partes indicadoras móviles llegan a caerse por golpes o vibraciones. La tubería guía generalmente es de tipo doble y la unión con el medidor se separa o se rompe fácilmente. Por lo tanto es necesario un manejo cuidadoso del termómetro tipo reloj, cuando se debe quitar durante la inspección del transformador.

Debe verificarse que los contactos de alarma estén colocados adecuadamente.

9 MANTENIMIENTO E INSPECCION DEL INDICADOR DE NIVEL DE ACEITE

El medidor está colocado fuera del conservador y es de construcción simple; muestra el nivel del aceite directamente, viéndolo desde el exterior. Ponga atención a una fuga de aceite por su parte visible.

Cuando el cristal esté manchado, límpielo con un trapo.
El medidor de aceite es resistente a daños y a fallas de indicación, comparado con los modelos viejos de indicadores del nivel de aceite tipo L y tipo U.

INDICADOR DEL NIVEL DE ACEITE TIPO RELOJ

En este indicador el eje giratorio tiene en un extremo un flotador que soporta un brazo conectado al indicador y, en el otro extremo un magneto para hacer girar el rotor y para permitir el movimiento hacia arriba y hacia abajo del flotador. Cuando el nivel del aceite cambia, éste acciona el brazo de soporte que hace girar el magneto en el otro extremo, y éste a su vez acciona el rotor a través de la pared de división que está colocada fuera del indicador. La aguja señala el nivel del aceite.

El indicador necesita el mismo cuidado de mantenimiento que cualquier instrumento ordinario; además como indicador con flotador metálico, requiere atención cuando hay una indicación incorrecta debida a la penetración del aceite al flotador, por vibraciones, y sobre todo cuando ha funcionado por largo tiempo.

10 MANTENIMIENTO E INSPECCION DEL RELE BUCHHOLZ

Este relé está hecho para proteger al transformador inmerso en aceite contra fallas internas. Está fijado al tubo de conexión entre el tanque del transformador y el conservador.

El funcionamiento del relé se divide en una primera fase (por fallas leves) y una segunda fase (para fallas severas); la primera se usa para la alarma y la segunda para el disparo del transformador.

Su estructura presenta dos flotadores; uno en la parte superior y otro en la parte inferior de un caja de acero (cámara de aceite) y están fijados de tal manera que cada flotador puede girar, siendo su centro de rotación el eje de soporte.

Cada flotador tiene un interruptor de mercurio y los contactos se cierran cuando el flotador gira. Si los materiales estructurales orgánicos del transformador se queman o producen gas causado por un arco pequeño, éste se queda en la parte superior interna de la caja. Cuando el volumen del gas sobrepasa el volumen fijo (aproximadamente 150 a 250 cc) el flotador de la primera fase baja y los contactos se cierran, haciendo funcionar el dispositivo de alarma.

El flotador inferior, que es para la segunda fase, cierra los contactos y hace funcionar el dispositivo de alarma, o dispara el interruptor del circuito cuando se origina un arco en el interior del transformador y se produce súbitamente gas y vapor de aceite, forzando el movimiento del aceite. También cuando el nivel de aceite desciende por debajo del nivel inferior del conservador, el dispositivo de alarma funciona.

A un lado de la caja del relé Buchholz hay una ventanilla de inspección que permite observar el volumen y el color del gas producido, y extraer muestras para evaluar la causa y el grado de la falla.

Los relés buchholz modernos tienen contactos magnéticos de microinterruptor sin embargo hay una gran cantidad de relés con contactos de mercurio.

Los contactos de mercurio deben manejarse con sumo cuidado, ya que pueden romperse cuando hay vibraciones. Como rutina, examine la fuga de aceite y la producción de gas del relé. Si se encuentra gas, tome una muestra de gas y analícela; también verifique el nivel de aceite del conservador.

Limpie el cristal de la ventanilla de inspección, revise el interior y verifique si el flotador se mueve normalmente, con el brazo de soporte como su centro de rotación a intervalos regulares.

El relé puede funcionar equivocadamente cuando el flotador esta sumergido en el aceite, cuando el eje de soporte del flotador se sale del conjunto o cuando hay una fuga de aceite.

11 MANTENIMIENTO E INSPECCION DE LA VALVULA DE SOBREPRESION

La válvula de alivio de sobrepresión con contactos de alarma, acciona la alarma cuando funciona la aguja del interruptor. Está colocada haciendo contacto con la placa de expansión; el resorte de ajuste y los contactos del microinterruptor están en relación con el elevador que se relaciona a su vez con la aguja del interruptor.

Cuando hay un accidente, la presión interna aumenta y empuja la válvula hacia afuera, haciendo funcionar a la aguja del interruptor, la cual empuja y dobla la placa de expansión. Cuando la presión alcanza un cierto límite, la placa de expansión se rompe y la presión sale, cerrando los contactos del interruptor microinterruptor, que están en el elevador que se relaciona con la aguja del interruptor, y la alarma suena.

Verifique si no hay alguna fuga de aceite o de aire del dispositivo.

12 MANTENIMIENTO E INSPECCION DE LOS RESPIRADORES DE SILICA GEL

Estos dispositivos están hechos para eliminar la humedad y el polvo que entran al transformador, con el movimiento del aire resultante de la fluctuación de la temperatura del aceite del transformador; está colocado entre el paso del aire del transformador y la atmósfera.

Se debe siempre verificar la apariencia y cantidad del aceite aislante colocado en el recipiente inferior. Cámbielo cuando se observe con polvo o agua.

Está formado por un depósito con un agente deshidratante y aceite, así como de las partes metálicas para su fijación. El empaque debe verificarse para ver si está bien asegurado, de manera que no permita la entrada de aire al transformador por ningún sitio que no sea el orificio del respiradero. También verifique si el nivel de aceite del depósito no es más bajo que el nivel fijado.

Si el agente deshidratante se humedece con aceite, es porque hay demasiado aceite en el depósito, o porque hay alguna falla interna cuya causa debe detectarse. Se usa gelatina de silicio como agente deshidratante.

Generalmente está teñido de azul con cloruro de cobalto, y cuando la absorción de humedad llega a un 30 ó 40 %, el color cambia de azul a rosa; en tal caso se debe cambiar la gelatina de silicio o secarla para volver a usarla. Para regenerarla, coloque la gelatina de silicio en una cubeta o en un perol limpio y agítela mientras la calienta a una temperatura de 100 a 140 grados C; continúe el calentamiento hasta que el color cambie de rosa a azul o extienda la gelatina de silicio mojada en un receptáculo, como una caja de filtro por 4 ó 5 horas, manteniendo la temperatura del secado entre 100 y 140 grados C.

13 MANTENIMIENTO E INSPECCION DE LAS EMPAQUETADURAS

INSTALACION DE LOS EMPAQUES

Cuando use un empaque siga las instrucciones del fabricante, pero en caso de que no las tenga a mano, las siguientes pueden seguirse para un caso general.

Para los empaques de la superficie de reborde del transformador común, se usa corcho ó nitrilo, si bien el corcho ya no se emplea mucho actualmente. Para algunas uniones se usan empaques especiales de plomo, de asbesto o de anillo en O; si se señala qué tipo de empaquetadura debe usarse, siga las instrucciones.

METODOS PARA UNIR LOS EMPAQUES

Es mejor usar el empaque sin unión, pero ésta no puede evitarse cuando el empaque es muy grande. Hay empaques redondos, cuadrados, rectangulares y ovalados, pero en cualquier caso trate de unir el empaque por una parte recta. La parte que se sobrepone debe medir más de 50 mm y debe aplicarse

un adhesivo en la unión.

Cuando use elemento o un componente para sellar, asegúrese de seleccionar el material adecuado para el empaque; aplique una capa delgada y deje que se seque al aire colocando entonces el empaque.

INDICACIONES PARA EL TRABAJO

Para quitar la corrosión, el nitrilo, el aceite o la grasa, use un cepillo de alambre, thiner y alcohol.
Ponga el adhesivo únicamente en el lado del empaque y use sólo la cantidad necesaria para fijarlo en su lugar.
Si la fuga de gas o de aceite no se detiene después de un ajuste correcto, el empaque deberá cambiarse por otro.
Un empaque con poca elasticidad, como el de plomo, debe siempre cambiarse por una nuevo. No vuelva a usar el empaque viejo.

14 COMO DETECTAR UNA FUGA

Cuando la fuga sea abajo del nivel del aceite lave primero con thiner o alcohol la parte afectada, y al eliminarse el polvo o el cemento, el lugar de la fuga se vera claramente como una mancha (negra).

Cuando la fuga sea arriba del nivel del aceite. Cargue el gas de nitrógeno a una presión apropiada (aproximadamente 0.3 a 0.4 Kg/cm²), ponga una solución de jabón líquida en la parte sospechosa del empaque; si hay alguna fuga se formarán burbujas. Tenga cuidado en no permitir el funcionamiento del tubo de escape de la presión durante esta operación.

TRATAMIENTO DE LAS FUGAS DEL TANQUE.

Si la parte de la fuga en el tanque, que contiene aceite, debe repararse por soldadura, tenga cuidado de verificar si el calor de la soldadura no va a producir una mezcla explosiva de gases.

Si la parte de la fuga está a unos 70 mm o más por encima del nivel del aceite, y si el espesor de la pared del tanque es mayor de 6 mm., no habrá peligro de combustión, ya que el aceite enfriará el calor de la soldadura.

Si la parte de la fuga está por encima del nivel del aceite, ponga gas de nitrógeno en el interior del tanque para prevenir un incendio.

Si el espesor de la pared del tanque es menor de 4.5 mm, ponga una pieza de metal encima de la parte de la fuga y sóldela. Es mejor si no hay aceite en el lugar de la reparación.

La manera más simple de reparar un pequeño orificio de fuga es calafatearlo cuidadosamente con un cincel.

No debe taparse el pequeño orificio de la fuga con masilla o con pintura, ya que no dura mucho tiempo.

Un orificio de fuga en la caja de acero no puede repararse con soldadura o calafateándolo. La parte de la caja de acero deberá reemplazarse. Cuando no sea posible perforar un agujero en el sitio de la fuga, golpee e introduzca un tapón impregnado en goma laca u otro componente.

Si se encuentra una fuga en una pieza importante del equipo, consulte con el fabricante el método adecuado de tratamiento.

15 FALLAS Y CONTRAMEDIDAS

1. Causas de la falla

Rastrear la causa de las fallas es la base para tomar medidas que permitan contrarrestarlas. El origen de las fallas no es simple,. Generalmente es la combinación de muchos factores que pueden clasificarse de la siguiente manera:

a) Imperfección en las especificaciones

- Error en la selección del tipo de aislamiento.
- Capacidad no apropiada.
- Falta de atención a las condiciones en el lugar de instalación (humedad, temperatura, gases perjudiciales, etc)

b) Imperfecciones en las instalaciones

- Instalación incorrecta.
- Capacidad y rango de protección del pararrayos incorrectos.
- Interruptor y relé de protección incorrectos

c) Imperfecciones en la operación y mantenimiento del equipo

- Partes conductoras externas flojas y calentamiento de las mismas.



- Deterioro del aceite de aislamiento
- Carga excesiva o error en la conexión de los cables.
- Equivocación en el funcionamiento, y descuido en el arreglo de los circuitos de protección.
- Inspección insuficiente de los empaques y de las válvulas.
- Mantenimiento insuficiente de los accesorios.

d) Voltaje anormal

e) Deterioro normal

f) Desastres naturales

2. Tipos de fallas

Las fallas producidas por las causas mencionadas, dan lugar a fallas secundarias y aún terciarias, dificultando su rastreo. Sin embargo, las condiciones de operación en el momento de la falla, los registros de inspección de los relés de protección de las diversas partes, así como el mantenimiento y la inspección regular, ayudarán a detectar la causa en muchísimas ocasiones.

Las fallas de un transformador se pueden clasificar de la siguiente manera:

a) Fallas internas del transformador: En devanados y núcleo

- Interrupción dieléctrica
- Rotura y torsión de los devanados
- Error en el contacto a tierra
- Conmutador de derivaciones abierto
- Aceite de aislamiento

b) Fallas externas del transformador: En el tanque

-Por fugas de aceite en un empaque, válvula, cordón de soldadura
-Por los bujes de los respiradores, válvula de sobrepresión, termómetros, indicador de nivel de aceite, etc
- Defectos en los ventiladores de refrigeración forzada, relé Buchholz, salida de los transformadores de corriente de los bujes, etc.

3. Descubrimiento de las fallas

Es innecesario decir que mientras más pronto se detecte la falla será mejor, y que para ello se requieren un mantenimiento y una inspección cuidadosa; hay normas hechas para la inspección regular y de rutina. Por medio de esta inspección se puede detectar una falla antes de que sea grave, y se puede reducir el daño en lo posible. Algunas fallas son causadas por razones más allá del control humano. Veamos:

a) Fallas repentinas

La mayoría de las interrupciones dieléctricas ocurren repentinamente, especialmente la debida a un rayo o a una tensión anormal, causando una falla directa.

La corriente excesiva por un cortocircuito externo o por un golpe mecánico, también sucede repentinamente, y disturbios por sismos e incendios, pueden dañar accidentalmente el transformador.

b) Fallas que se desarrollan lentamente

Las fallas repentinas se relacionan, generalmente, con factores totalmente externos o ajenos al transformador, de tal forma que está fuera de nuestro alcance el poder preveerlos y prepararnos para enfrentarlos.

El objetivo de nuestro mantenimiento e inspección es descubrir las fallas que ocurren y que se desarrollan lentamente. Estas fallas son las siguientes:

- Deformación de los materiales de aislamiento y del bobinado, debido a golpes mecánicos causados por un cortocircuito externo. El transformador generalmente se diseña y se fabrica para resistir el calor y los golpes mecánicos. Sin embargo, si se expone a golpes mecánicos intensos y frecuentes, aún una pequeña deformación puede convertirse en una falla interna seria.

- Aislamiento del núcleo. Puede existir aislamiento deficiente entre las láminas del núcleo, entre el tornillo de sujeción del núcleo y el tubo de aislamiento, etc. El aislamiento deficiente causa un cortocircuito en el flujo magnético, produce constantemente una corriente de corto circuito en este lugar y provoca un calentamiento excesivo pudiendo desarrollar fallas serias.

- Aislamiento deficiente debido a una condición operacional dura, como carga excesiva. Según se mencionó en las instrucciones de operación, el aislamiento del transformador se deteriora por el aumento de la temperatura y este deterioro a través de los años empeora y se convierte en una falla seria cuando el transformador sufre una carga excesiva.

- Deterioro de los materiales de aislamiento, del aceite, de los bujes, etc. debido a absorción de humedad, a oxidación y a formación de una corona, etc.

- Deterioro del aislamiento de la parte externa del transformador debido al viento, la nieve, la sal y el polvo. Esto puede prevenirse con una inspección y un mantenimiento correctos.

- Fallas en los accesorios, fuga de aceite, fuga de gas, etc.

4. Fallas internas del transformador



a) Fallas en los devanados

-Cortocircuitos

Hay cortocircuitos entre las espiras, entre las fases y entre las bobinas. La mayoría de las fallas de los cortocircuitos se deben a tensión anormal en el pararrayos, y algunas se deben al deterioro del aceite de aislamiento y a la penetración de la lluvia. También algunos cortocircuitos se deben al deterioro por calor, causado por una fuerza mecánica electromagnética o por una carga excesiva anormal. En general, los cortocircuitos internos causan deformaciones graves en las bobinas, como efecto secundario.

-Rompimiento de los terminales de los devanados

Los terminales de los devanados sufren daños por un exceso de corriente (cortocircuito externo, etc) o por un rayo. También los accidentes de cortocircuito del sistema que se acumulan, causan daños en el soporte del bobinado, por su fuerza destructora mecánica repetida, que finalmente rompe los terminales.

-Cortocircuito a tierra.

El voltaje de impulso o el deterioro del aislamiento pueden causar un cortocircuito a tierra del bobinado o de sus terminales al núcleo o al tanque.

Las fallas mencionadas se pueden detectar fácilmente mediante un diagnóstico externo o una verificación eléctrica.

b) Fallas en el núcleo

Hay fallas debidas a un aislamiento deficiente de los tornillos de afianzamiento del núcleo, o a un canal de enfriamiento de aceite obstruido, lo que causa un calentamiento excesivo del núcleo. Las fallas del núcleo se desarrollan lentamente. El aislamiento y el contacto a tierra deficientes ya mencionados, causan una corriente de cortocircuito parcial, un deterioro del aceite de los materiales de aislamiento en sus alrededores, los cuales gradualmente se convierten en fallas serias.

Una sujeción deficiente entre el núcleo y las bridas del bobinado pueden causar una vibración perjudicial.

5. Cómo detectar fallas internas?

Use los diferentes relés con que cuenta el transformador para detectar y protegerse de fallas accidentales. A continuación se señala cuales son las partes que se emplean para protegerse de fallas internas:

Las que están adheridas directamente al transformador y que detectan las fallas mecánicamente: Relé Buchholz, relé de presión súbita, dispositivo de sobrepresión.

Las que están indirectamente unidas al tablero de control del transformador, y que detectan las fallas eléctricamente: Relé diferencial, relé de sobrecorriente, relé de tierra.